

*loliacea* Nym. — *Lolium perenne* L., *Gaudini* Parl., *rigidum* Gaud., *temulentum* L. — *Gaudinia fragilis* P. B. — *Nardurus tenellus* Duv.-J., \* *patens* Hack. — *Lepturus incurvatus* Trin., *cylindricus* Trin. — *Psilurus nardoides* Trin. — *Nardus stricta* L.

Total : 189 espèces, dont environ une trentaine étrangères à la flore de France ; cette dernière compte plus de 320 Graminées (Godr. *Fl. de Fr.* t. III, p. 437 à 620). M. Hackel a soin de prévenir, dans sa préface, que, malgré les nombreux matériaux dont il s'est servi, son *Catalogue* doit être incomplet, et il ne doute pas que de nouvelles recherches dans les parties encore peu explorées du pays n'augmentent considérablement le nombre des Graminées portugaises ; il présume qu'on découvrira notamment les espèces suivantes non encore indiquées en Portugal : *Alopecurus agrestis* L.; *Echinaria capitata* Desf.; *Tragus racemosus* Desf.; *Andropogon distachyon* L.; *Stipa pennata* L.; *Holcus setiglumis* Boiss.; *Koeleria setacea* P.; *Schismus calycinus* Coss.; *Poa compressa* L.; *Æluropus littoralis* Parl.; *Festuca pratensis* Huds.; *Bromus rubens* L., *squarrosus* L.; *Brachypodium ramosum* R.; *Nardurus unilateralis* Duv.-Jouve.

Indépendamment des citations précédentes, qui intéressent directement les botanistes français, le savant travail de M. Hackel est rempli de remarques utiles et sera consulté avec profit par tous ceux qui s'occupent d'agrostologie générale.

M. Olivier fait à la Société la communication suivante :

NOTE SUR LE SYSTÈME TÉGUMENTAIRE DES RACINES CHEZ LES PHANÉROGAMES,  
par **M. Louis OLIVIER.**

J'ai entrepris sur ce sujet une série de recherches que je compte publier prochainement. Je me bornerai dans cette note à exposer d'une façon très sommaire les principaux résultats auxquels je suis arrivé relativement aux productions secondaires.

L'appareil tégumentaire des racines comprend l'ensemble des tissus extérieurs au système vasculaire ; c'est-à-dire qu'il se compose de l'assise pilifère externe, du parenchyme sous-jacent, de l'endoderme, de la membrane rhizogène et des tissus secondaires qui dérivent de ces éléments.

Les formations secondaires de l'appareil tégumentaire des racines procèdent, soit du parenchyme cortical primaire, soit de la membrane rhizogène, soit de l'un et de l'autre à la fois.

M. Ph. Van Tieghem a plusieurs fois signalé ces divers modes au cours de son travail sur les racines. Il y a quelques mois, un Danois, M. Jor-

gensen a publié sur la matière une note très courte où, après avoir examiné une quinzaine d'espèces végétales, il se croit autorisé à dire que le liège dérive du parenchyme cortical ou de la membrane rhizogène, suivant que la plante est mono- ou dicotylédone.

L'étude du tégument radical chez les Monocotylédones, les Gymnospermes et les Dicotylédones m'a conduit à modifier cette assertion et à reconnaître quelques faits qui me paraissent avoir été ignorés jusqu'ici.

**I. Monocotylédones.** — Chez les Monocotylédones, la membrane périphérique reste généralement simple; en dehors de la production des radicelles, elle ne donne naissance à aucun tissu. Chez quelques plantes, plusieurs Liliacées telles que les *Smilax*, plusieurs Aroïdées telles que les *Scindapsus*, cette membrane est séparée des premiers vaisseaux ligneux par un certain nombre d'assises conjonctives dont les cellules sont en concordance avec les siennes; mais, en suivant le développement, j'ai constaté que cette pluralité des assises du cylindre central qui entoure les faisceaux est antérieure à la différenciation de l'endoderme; rien n'autorise donc à dire que la membrane périphérique se divise après avoir acquis sa constitution d'assise rhizogène.

Le plus souvent, dans les parties âgées, les arcs de cette assise qui recouvrent les faisceaux libériens s'épaississent, tandis que les autres arcs qui, situés en regard des vaisseaux ligneux, sont véritablement rhizogènes, restent minces. Cette alternance dans la structure de la membrane périphérique est surtout prononcée chez les Aroïdées (*Philodendron*, *Monstera*, *Scindapsus*, etc.) et les Orchidées (*Epidendron*, *Vanda*, *Vanilla*, etc.).

Chaque cellule épaissie présente alors la forme d'un fer à cheval dont la partie arrondie est tournée vers le centre. Ainsi les parois radiales, et surtout la paroi tangentielle interne, sont fortement épaissies, tandis que la paroi tangentielle externe demeure mince.

Dans les parties âgées, ces cellules épaissies sont subérifiées: car elles jaunissent sous l'influence du chloroiodure de zinc après avoir été traitées par l'acide nitrique bouillant et lavées à l'eau.

L'endoderme se compose de cellules plissées et fortement engrenées sur leurs faces latérales. En général, les cellules endodermiques sont beaucoup plus grandes que les cellules de l'assise rhizogène. Plus encore que ces dernières, elles sont susceptibles d'épaississement. Chez quelques plantes, la Vanille, par exemple, l'épaississement ne porte que sur les arcs situés en regard des faisceaux libériens, les autres arcs restant minces pour faciliter le développement des radicelles.

J'ai surtout mis cette disposition en évidence en traitant les coupes transversales par une solution moitié alcoolique, moitié aqueuse de

fuchsine : toute la préparation s'imprègne de matière colorante. Si je la plonge alors dans l'alcool absolu, la fuchsine déposée sur les membranes celluloses s'y dissout, tandis que celle qui imprégnait les parois subérisées continue à les colorer en rouge. On voit très nettement ainsi que les faisceaux libériens sont protégés à l'extérieur par deux assises de cellules épaissies et véritablement cutinisées.

Mais bien plus fréquemment la zone endodermique s'épaissit en totalité. Ce phénomène est très accentué chez les Amaryllidées, les Iridées, les Liliacées (*Ruscus*, *Smilax*, *Lilium*, *Phalangium*, etc.).

Chez ces plantes, les cellules de l'endoderme constituent autour du cylindre central une forte ceinture protectrice, en prenant d'abord la forme de fer à cheval. Puis, par les progrès de l'âge, leur paroi tangentielle externe s'épaissit aussi, de sorte que leur cavité interne, primitivement remplie de protoplasma, se rétrécit de plus en plus et finit par ne plus constituer qu'un très petit espace d'où toute matière protoplasmique disparaît. Les cellules manifestent alors, dans leur totalité, les réactions chimiques de la cutine.

Le parenchyme cortical des Monocotylédones est en majeure partie persistant ; et c'est uniquement ce tissu qui engendre les éléments tégumentaires secondaires.

Cette formation a lieu par voie de division tangentielle, et çà et là à la fois tangentielle et radiale, des assises parenchymateuses sous-épidermiques.

Les raisons qui me font considérer l'assise dite épidermique de la racine comme un faux épiderme ne sauraient trouver place dans une note aussi succincte. Quant à présent, il suffit de remarquer que cette assise, ordinairement pilifère, n'est pas en continuité anatomique avec l'épiderme de la tige, puisqu'au début de sa formation, elle est recouverte par la coiffe, dont une des assises, quand ce n'est pas l'assise externe elle-même, correspond morphologiquement à l'une des assises sous-épidermiques de la tigelle.

La division tangentielle des cellules du parenchyme cortical de la racine engendrant du liège est comparable à la division plus précoce de l'extrémité radulaire qui a pour résultat la formation de la coiffe.

Cependant l'assise dite épidermique demeurant, dès qu'elle est spécialisée, indépendante de la coiffe, il n'y a entre ce dernier appareil et le liège, aucune connexion anatomique. Le liège apparaît dans le parenchyme cortical, tantôt à une petite, tantôt à une grande distance de la coiffe, selon les espèces et le genre de vie, mais surtout suivant le diamètre transversal de la racine.

Pour bien mettre ce fait en lumière, suivons la formation du liège chez le *Scindapsus pertusus*. Sur les racines grêles de cette espèce, si longues

soient-elles, l'assise pilifère subsiste et au-dessous d'elle on ne trouve pas de liège. Au contraire, dès que la racine acquiert une forte dimension transversale, la seconde assise parenchymateuse dite sous-épidermique, et souvent aussi la troisième, subissent, environ vers un demi-centimètre au-dessus de la coiffe, une série de divisions tangentielles qui donnent naissance à un manchon continu de liège; la racine s'allongeant, ce manchon s'allonge également, de sorte que, l'assise pilifère s'exfoliant tandis que le liège se forme, c'est ce dernier tissu qui protège le membre à l'extérieur.

Or, si l'on vient à faire une coupe transversale de cette même racine à un niveau supérieur à celui où elle a commencé à organiser du liège, il peut se faire que l'on n'en découvre pas, mais qu'au contraire on y rencontre une assise pilifère parfaitement vivante.

Enfin, si cette partie même, qui peut être très éloignée du sommet, s'épaissit suffisamment dans le sens transversal, l'assise pilifère, incapable de se prêter à l'extension des tissus parenchymateux, meurt et s'exfolie. La première assise sous-jacente présente la même structure; mise à nu, elle se cutinise, fait pendant quelque temps fonction d'épiderme, puis subit le sort de la première. Simultanément l'assise qu'elle recouvre, en se cloisonnant successivement dans le sens tangentiel, engendre une épaisse zone subéreuse entremêlée de périderme.

La racine du *Scindapsus* nous présente donc deux lièges dont l'un se forme, si la racine est suffisamment épaisse, tout près de la coiffe, et l'autre à une distance quelconque du sommet lorsque la racine, restée longtemps grêle, vient à s'épaissir considérablement.

Quant à l'assise parenchymateuse génératrice du liège, sa position varie selon les espèces. C'est souvent la première assise dite sous-épidermique qui se divise pour engendrer le suber (ex. *Phœnix*, *Strelitzia*, *Mousteria*); mais, dans bien des cas, cette assise et celle qu'elle recouvre ont leurs parois cutinisées, quoique minces, et c'est seulement la troisième ou la quatrième assise parenchymateuse, mais plus généralement la troisième, qui donne naissance aux éléments secondaires: il en est ainsi dans la racine des Iris, des Asphodèles, des *Scindapsus*, des *Raphidophora*, etc.

Enfin, lorsque la racine est pourvue d'un voile, ce voile, ainsi que je l'ai constaté, est toujours le résultat d'une division très précoce de l'assise dite épidermique; et alors, ou il ne se forme pas de liège, — et c'est le cas le plus fréquent (*Vanda*, *Epidendron*), — ou, s'il s'en forme, c'est dans la deuxième assise parenchymateuse située au-dessous du voile (ex. *Himantophyllum*).

La forme des cellules subéreuses dans la racine des Monocotylédones est peu variable; ces cellules sont généralement plus longues dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. La section transversale de chaque

cellule est rectangulaire, quelquefois carrée. Sur la section longitudinale tangentielle, les parois transverses sont un peu obliques.

Sur la grande majorité des espèces monocotylédones que j'ai étudiées, j'ai constaté que le sens de la formation du liège est *centripète* ou *centripète intermédiaire*, ou le plus souvent participe à la fois de ces deux modes. Je me propose de décrire bientôt cette formation, qu'on pourrait qualifier de *centripète irrégulière*.

Dans les racines aériennes, j'ai souvent remarqué la sclérisation des plus anciennes assises nées de la segmentation tangentielle des cellules parenchymateuses. C'est ainsi que chez plusieurs espèces de *Philodendron* le liège est entouré de deux ou trois assises scléreuses canaliculées.

Chaque fois que, chez une même espèce, j'ai comparé les cellules subéreuses de la racine à celles de la tige, j'ai trouvé les premières au moins moitié plus grandes que les secondes.

Au contraire, toutes les fois que j'ai comparé les cellules subéreuses des racines aériennes à celles des racines souterraines, elles m'ont paru avoir les mêmes dimensions.

Cependant l'examen d'un grand nombre d'espèces appartenant aux différentes familles monocotylédones m'a montré que, toutes choses égales d'ailleurs, le liège est plus précoce et plus abondant sur les premières que sur les secondes. A ce sujet l'exemple offert par les *Himantophyllum* est particulièrement intéressant.

*L'Himantophyllum miniatum* émet des racines adventives qui, après avoir poussé dans l'air, s'infléchissent et s'enfoncent dans le sol. Ces racines présentent un voile de cellules spiralées comparable au voile des Orchidées épiphytes. Dans la partie souterraine de la racine, il ne se forme normalement pas de liège, tandis qu'on en trouve un manchon très complet et très épais au-dessous du voile, dans la région aérienne.

M. Prillieux a constaté avec raison l'analogie des cellules du voile avec celles du liège. Or, le voile ne se trouve guère que sur les racines aériennes, et si, chez les *Himantophyllum*, on le rencontre jusque dans la portion souterraine de la racine, je dois faire remarquer qu'il n'y est pas entièrement subérifié, tandis que dans la partie aérienne il manifeste nettement les réactions caractéristiques du liège.

Au système du liège doit se rattacher un tissu protecteur qui est très développé chez les Monocotylédones, qui a la même nature chimique que le suber, mais dont la constitution anatomique ne présente pas cette parfaite régularité et cette disposition uniforme qui font aisément reconnaître le vrai liège. Les éléments de ce tissu ne sont point tabulaires; souvent leur section transversale est hexagonale et leurs parois flexueuses. Ils procèdent les uns des autres par voie de division tangentielle, çà et là interrompue par quelques cloisonnements radiaux ou obliques. Ce tissu, qui est

toujours périphérique et qui, là où il existe, n'est jamais accompagné de liège véritable, est très développé chez plusieurs Liliacées ligneuses (*Dra-cæna*, etc.), quelques Aroïdées, les Typhées et les Pandanées. Il constitue tout autour de la racine un manchon qui, réduit à deux ou trois assises sous la coiffe, devient extrêmement épais dans les parties plus âgées.

**II. Gymnospermes.** — Contrairement à ce que nous venons de voir chez les Monocotylédones, chez les Gymnospermes dont j'ai étudié l'organisation, l'écorce primaire ne donne naissance à aucun tissu, et c'est la membrane rhizogène qui devient génératrice, de parenchyme secondaire à l'intérieur, et de liège à l'extérieur.

Elle commence à se diviser à quelques millimètres du sommet, dès que le bois et le liber secondaires s'introduisent dans le cylindre central. L'extension de ce cylindre, nécessitée par la formation des éléments vasculaires secondaires et le jeu concomitant de l'assise rhizogène, détermine l'exfoliation de l'écorce primaire.

Me bornant ici à consigner les principaux résultats de mon travail, je dois passer sous silence les différences secondaires que présentent les diverses espèces de Gymnospermes, et n'insister que sur le fait suivant, en raison de sa généralité.

La division tangentielle successive de la membrane périphérique du cylindre central porte sur son bord interne et sur son bord externe. Vers l'intérieur, le cloisonnement est centrifuge. Le parenchyme qui en dérive sert d'abord, en regard des faisceaux ligneux primaires, de trait d'union aux arcs cambiaux, puis, continuant à s'épaissir, il entoure tout le système vasculaire secondaire de la racine. Son rôle est d'emmagasiner les réserves nutritives de la plante.

Le liège issu des partitions du bord externe de l'assise rhizogène est centripète. J'ai constaté que, sur le *Sequoia gigantea*, les premières cellules subéreuses apparaissent en regard des faisceaux libériens primaires.

Les caractères des cellules subéreuses sont les suivants : Sur la section transversale, ces cellules sont tabulaires, allongées dans le sens tangentiel, extrêmement courtes dans la direction radiale. Leurs parois sont colorées en brun; à l'extérieur, l'endoderme reste pendant quelque temps accolé au liège; puis cet endoderme et les assises externes du liège s'exfolient, tandis que le tissu subéreux ne cesse de se régénérer par sa face interne.

Ainsi, entre le liège et le parenchyme tégumentaire secondaire, subsiste continuellement une zone à jeu double, génératrice de ces deux tissus.

**III. Dicotylédones.** — Chez les Dicotylédones, les productions tégu-

mentaires secondaires s'effectuent différemment, suivant que le système vasculaire secondaire est précoce ou tardif, la plante herbacée ou ligneuse, la racine aérienne ou terrestre.

§ 1. *Dicotylédones dont le système vasculaire secondaire est précoce.* — Chez ces plantes, la membrane rhizogène donne toujours naissance à un parenchyme secondaire abondant qui entoure les vaisseaux libériens.

Il y a lieu de distinguer les deux cas suivants :

A. *Persistance de l'écorce primaire.* — Ce cas, le moins fréquent, est celui de plusieurs plantes *herbacées* appartenant à diverses familles, parmi lesquelles on peut citer les Papilionacées, les Rosacées et les Composées. Ex. : *Faba vulgaris*, *Alchemilla vulgaris*, *Tagetes patula*, *Lappa communis*, etc.

Chez ces plantes, les formations vasculaires secondaires sont précoces, mais moins abondantes que chez les Dicotylédones chez lesquelles l'écorce primaire s'exfolie.

Voici les conclusions auxquelles m'a conduit l'étude des Dicotylédones à formations vasculaires secondaires précoces et à écorce primaire persistante :

1° L'assise périphérique du cylindre central organise au-dessous d'elle un parenchyme secondaire centrifuge.

2° Lorsque l'inégale rapidité de la formation de ce parenchyme est appréciable, comme chez la Fève, c'est en regard des faisceaux ligneux primaires qu'on voit la membrane rhizogène commencer à se diviser pour lui donner naissance.

3° Ce parenchyme secondaire et le parenchyme cortical primaire se composent toujours de grandes cellules à parois minces que le chloro-iodure de zinc colore en bleu ; ces cellules sont pleines de protoplasma ; elles restent en activité pendant toute la durée de la vie de la racine, lorsque celle-ci est annuelle. Une grande quantité de réserves nutritives s'y accumule : elles en sont surtout gorgées pendant l'hiver.

4° Normalement la racine de ces plantes ne présente pas de couche subéreuse. Il ne se forme du liège que d'une façon très irrégulière et pour ainsi dire accidentelle, dans le seul cas où les premières assises corticales externes s'exfolient.

5° Toutes les plantes sur lesquelles j'ai observé les phénomènes que je viens de décrire appartiennent à des espèces *herbacées*. On verra, dès le paragraphe suivant, de quelle importance cette remarque peut être.

B. *Exfoliation de l'écorce primaire.* — Ce cas est celui des Dicotylédones, où les formations vasculaires sont non seulement précoces, mais aussi abondantes et prolongées.

Chaque fois que j'ai étudié ces plantes, j'y ai observé les faits suivants :

1° L'écorce primaire ne donne naissance à aucun liège, à aucun tissu secondaire.

2° Elle ne s'exfolie qu'après avoir subi sur place, et dans le sens centripète, la modification chimique de la subérification (ou du moins une modification telle qu'elle manifeste les réactions du suber).

3° Elle tombe d'autant plus tôt que les formations vasculaires secondaires du cylindre central sont plus précoces et plus abondantes.

4° Après l'exfoliation du parenchyme cortical primaire, l'endoderme subérifié reste quelque temps encore accolé à la membrane rhizogène ou aux tissus engendrés par cette membrane ; il remplit alors, mais seulement d'une façon transitoire, la fonction d'un épiderme protecteur.

5° La membrane rhizogène se comporte comme celle des Gymnospermes, donnant de la même façon du parenchyme secondaire et du liège, ce dernier tissu en abondance d'autant plus grande que la racine est plus aérienne (exemple de liège très abondant : *Cactées*, *Crassulacées*).

La division tangentielle successive de cette membrane est souvent précédée d'une division radiale. Il en est ainsi lorsque la progression des faisceaux ligneux primaires vers le centre du membre nécessite l'extension du cylindre central. Alors on voit aussi l'endoderme se diviser.

La division dans le sens radial est la seule que subisse la membrane protectrice chez les plantes que je considère ici.

6° En général il y a, chez les Corolliflores et les Monochlamydées dont j'ai étudié l'organisation, une ligne de démarcation très nette entre le parenchyme tégumentaire secondaire et les éléments libériens. Cette démarcation est due à l'épaississement des fibres libériennes externes. Au contraire, chez les Thalamiflores et les Caliciflores, le liber primaire ne s'épaissit généralement pas, le plus souvent il se résorbe ; le liber secondaire se compose, en majeure partie, d'éléments parenchymateux, et bien qu'ils soient centripètes, il est souvent très difficile de préciser la limite qui les sépare du parenchyme centrifuge issu de l'assise rhizogène.

7° De même que chez les Monocotylédones, les cellules subéreuses, chez les Dicotylédones à écorce primaire caduque, sont beaucoup plus grandes dans les racines que dans les tiges. J'ai souvent constaté qu'elles sont environ quatre fois plus volumineuses dans les racines.

§ 2. *Dicotylédones dont le système vasculaire secondaire est tardif.* — Deux cas sont à distinguer, suivant que la plante est herbacée ou ligneuse :

1° *Herbacée.* — Si la plante est vivace et la racine souterraine, l'écorce primaire peut s'exfolier jusqu'à l'endoderme exclusivement, sans qu'il y ait formation de liège (ex. *Thalictrum lucidum*).

Si la plante est vivace et que les productions vasculaires secondaires y soient extrêmement faibles, l'écorce primaire peut persister (ex. *Asarum*



*europæum*). Il en est, à plus forte raison, ainsi lorsque la racine est annuelle ou dure moins d'un an : les Renoncules et les *Delphinium* présentent l'exemple le plus frappant de ce cas : non seulement l'écorce primaire est conservée, mais c'est à peine si çà et là l'assise périphérique du cylindre central présente quelques divisions.

2° *Ligneuse*. — Dans ce cas il y a formation d'une épaisse couche de liège, mais alors, absolument comme chez les Monocotylédones, au-dessous de l'assise dite épidermique dans l'écorce primaire, qui est persistante.

La précocité de l'apparition du liège dans cette écorce est ici en raison inverse de la précocité des formations vasculaires secondaires. C'est ainsi que, dans les racines aériennes du *Ruyschia souroubea*, le liège peut se former presque immédiatement au-dessus de la coiffe, tandis que dans les racines aériennes du *Clusia liboniana*, plante chez laquelle les vaisseaux secondaires, pour être peu abondants, sont cependant moins tardifs que chez les *Ruyschia*, le liège ne se forme qu'à une distance relativement grande du sommet.

Il convient aussi de remarquer que, chez le *Ruyschia* même, la distance du sommet à laquelle se forme le liège est susceptible de grandes variations. Lorsque la racine reste extrêmement grêle, les vaisseaux secondaires n'étant point encore formés, il peut arriver que le liège ne se forme qu'à un mètre de l'extrémité. Ici donc, comme chez les Monocotylédones, la précocité du tissu subéreux dépend du diamètre de la racine.

M. Eug. Fournier fait hommage à la Société d'un nouveau fascicule du *Mexicanarum plantarum Enumeratio*, et ajoute ce qui suit :

Je demande pardon à la Société de ne lui présenter qu'à l'état de feuilles détachées, et non reliées, le fascicule que je lui destine, et qui contient, en 150 pages in-4°, la monographie des Graminées mexicaines. Si ces feuilles ne sont qu'à l'état de *bonnes feuilles*, tirées et non reliées, c'est que le fascicule dont elles font partie, et qui doit être complété par les monographies des Cypéracées, Joncées, etc., est loin d'être encore terminé. Le manuscrit de la monographie des Graminées a été remis il y a deux ans à l'Imprimerie nationale, et la dernière feuille n'a été tirée que récemment. Il est donc impossible de prévoir quand le fascicule sera terminé.

La présentation que je fais à la Société est donc pour moi la constatation d'une date. Il me serait impossible dorénavant de tenir compte des travaux qui paraîtraient sur les Graminées mexicaines à dater de ce moment.